

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL**

**PRODUÇÃO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) REUTILIZANDO  
SUBSTRATOS SOB CULTIVO PROTEGIDO NO MUNICÍPIO DE  
IRANDUBA-AM**

**FRANCISCO PEREIRA DE BRITO JUNIOR**

**MANAUS-AM**

**2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL**

**FRANCISCO PEREIRA DE BRITO JUNIOR**

**PRODUÇÃO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) REUTILIZANDO  
SUBSTRATOS SOB CULTIVO PROTEGIDO NO MUNICÍPIO DE IRANDUBA-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves

MANAUS-AM.

Maio, 2012



## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

No dia 31 de maio de 2012 às 14:00hs, no auditório do bloco B, no Setor Sul, FRANCISCO PEREIRA DE BRITO JUNIOR (Matrícula: 2090080) e (CPF: 441.040.652-34) defendeu sua dissertação intitulada: **Produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) reutilizando substratos sob cultivo protegido no Município de Iranduba - AM** de conformidade com o Art.40 do Regimento Interno do PGATR e do Art. 85 do Regimento Geral da Pós Graduação da UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical. Após a apresentação e arguição pelos membros da Banca Examinadora, cada membro decidiu emitir o seguinte julgamento:

### Banca de Examinadores:

Membros	Julgamento	Assinatura
Prof. Dr. José Ricardo Pupo Gonçalves - Embrapa Meio Ambiente/Co-orientador	Aprovado (X) Reprovado ( )	
Prof. Dr. Francisco Célio Maia Chaves - Embrapa Amazônia Ocidental	Aprovado (X) Reprovado ( )	
Dra. Cristiane Kano - Embrapa Amazônia Ocidental	Aprovado (X) Reprovado ( )	

Resultado Final: Aprovado (X)  
 Reprovado ( )

Manaus, 31 de maio de 2012

Coordenador do PGATR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
 Programa de Pós-Graduação PGATR/FCA

Profª Drª Jânio Ália da S. Bentes  
 Coordenadora

## **OFEREÇO**

*A Francisco Santilho de Brito e Maria José Soares Brandão (meus pais, In memorian) e a Francisco Pereira de Brito e Maria da Conceição Brito (meus avós, In memorian).*

## **DEDICO**

A minha querida esposa Francisca Luciana Peres de Castro, pelo carinho e compreensão em todos os momentos. Aos meus irmãos, Teomário Soares de Brito e Ana Cristina de Brito.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, dentre as oleráceas cultivadas, o tomate é a mais importante, considerando-se a demanda de consumo, geração de emprego, renda e participação expressiva no agronegócio. É um dos produtos hortícolas mais consumidos, seja na forma *in natura* (tomate de mesa) quanto processado (tomate industrial ou rasteiro).

Diversos sistemas de produção são usados no Brasil, permitindo dessa forma a oferta de tomates ao longo do ano. Dentre eles destaca-se o cultivo protegido, que permite maior ciclo da cultura, pois não há a incidência de chuvas diretamente sobre a planta, reduzindo principalmente as doenças foliares.

No Estado do Amazonas, o cultivo de hortaliças sob casa de vegetação é relativamente recente, datando as primeiras tentativas em escala comercial nos primeiros anos da década de 1990. Neste sistema, o agricultor consegue cultivar hortaliças durante todo o ano, inclusive nos períodos mais chuvosos, em que ocorre intensa precipitação pluviométrica que inviabiliza o cultivo em ambiente aberto, devido aos danos diretos nos frutos e também a perdas por demasiado encharcamento do solo.

Embora o estado não seja auto-suficiente na produção de hortaliças, havendo a importação de produtos (coentro, tomate, dentre outros) dos estados de São Paulo, Goiás, Ceará, destacam-se no Amazonas em cultivo protegido as culturas de pimentão, coentro, couve, alface e

em menor número o cultivo de tomate. Para essa cultura vários problemas tanto a céu aberto como no sistema protegido ocorrem, destacando-se altas temperaturas e umidade durante o dia e à noite, dificultando o pegamento de flores, presença de doenças do solo, principalmente a incidência de murcha bacteriana, causada pelo patógeno *Ralstonia solanacearum*, causadora da murcha bacteriana, que pode causar a morte de mais de 50% na perda das plantas. Esta doença pode aparecer logo no primeiro cultivo, impedindo em muitos casos o uso sucessivo da área quer com tomate ou outras culturas.

Associado a isso, ainda há na região a predominância de Latossolo amarelo distrófico e podzólicos, que se caracterizam por possuir baixa fertilidade, baixos teores de matéria orgânica, além de apresentarem alta acidez e baixa disponibilidade de fósforo e cátions trocáveis.

Uma das alternativas a superar esses problemas tem sido o uso crescente de substratos, pois permite o cultivo de hortaliças sob casa de vegetação, demonstrando ser a técnica que possibilita o cultivo de hortaliças com melhor qualidade e até mesmo em maior quantidade em áreas onde o solo é de baixa fertilidade ou infestado com murcha bacteriana.

Atualmente no mercado são encontrados diferentes tipos de substratos comerciais na forma simples e composta, sendo que alguns já são utilizados e conhecidos pelos produtores, como: Fibra de côco, Bioplant<sup>®</sup>, Vivato<sup>®</sup>, entre outros, mas diante da realidade local, os substratos comerciais representam um fator oneroso na produção de hortaliças.

O uso de materiais e subprodutos locais provenientes de agroindústrias e serrarias, podem ser uma alternativa econômica viável para o produtor preparar e até produzir seu próprio substrato, seja na forma simples ou composta. A fibra de côco tem sido utilizada em várias regiões como substratos em áreas com cultivo protegido e apresenta características físicas muito favoráveis em contraposição aos baixos teores de nutrientes que são disponibilizados às plantas. O carvão é um material que tem sido estudado como condicionador do solo e, embora quase não apresente nutrientes para disponibilizar às plantas, apresenta o potencial de aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo e melhorar a retenção de água. O esterco bovino é outro material muito

utilizado na agricultura brasileira e apresenta a vantagem de disponibilizar macro e micronutrientes às plantas e ainda melhorar a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo.

Embora já existam diversos materiais sendo utilizados como substrato, na literatura existe pouca informação disponível sobre aspectos da reutilização de substratos utilizados em cultivos sucessivos de tomateiros em ambiente protegido nas condições da região Norte do Brasil.

Aliado a isto, a escolha da cultivar mais adequada para o cultivo nesta região é de extrema importância uma vez que poucas pesquisas têm sido realizadas visando a indicação de materiais mais produtivos e adaptados às condições amazônicas. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de cinco cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) reutilizando substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba, AM.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Cultura do tomate e centro de diversificação

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) anteriormente classificado como (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tem como centro de origem a região andina, que vai desde o Equador, passando pela Colômbia e, embora as formas ancestrais de tomate sejam originárias dessa área, sua ampla domesticação se deu no México, chamado de centro de origem secundária (COLARICCIO, 2000). No Brasil, a introdução do tomate deve-se a imigrantes europeus no final do século XIX (ALVARENGA, 2009). É uma hortaliça de grande importância econômica, sendo hoje a segunda mais produzida no mundo, atingindo em 2008, uma produção de 129.649.883 (cento e vinte nove milhões, seiscentos e quarenta e nove mil e oitocentos e oitenta e três toneladas).

O maior produtor mundial de tomate é a China, seguida dos Estados Unidos, da Itália, da Turquia e do Egito. Atualmente, o Brasil ocupa o sexto lugar no *ranking* da produção mundial, com a produção de três milhões de toneladas plantadas em uma área de 57,6 mil hectares (AGRIANUAL, 2008).

O tomateiro pertence à família das Solanáceas, como a berinjela, pimentão, jiló, batata, fumo, entre outras. A planta é uma dicotiledônea da Ordem Tubiflorae, gênero *Solanum*. É uma planta herbácea, de caule redondo, piloso e macio quando jovem tornando-se fibrosa com o passar do tempo, as folhas são alternadas, compostas de 11 a 32 cm de comprimento. Possui flor

hermafrodita, sendo considerada uma planta autógama, embora possa ocorrer pequena taxa de polinização cruzada. As flores dão em cachos, são pequenas e amarelas o cálice possui 5 espécies, as pétalas são lanceoladas e largas. Os cachos de flores podem ser simples (não ramificados) e composto (ramificado). O fruto é carnosos, com 2 ou mais lóculos as sementes são uniformes, pequenas, com pelos bem curtos (GOULD, 1992)

O tomateiro apresenta caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical (FIORI, 2006). A forma natural lembra uma moita, com abundante ramificação lateral, sendo profundamente modificada pela poda. Embora sendo uma planta perene, a cultura comporta-se como anual. Da semente até a produção de novas sementes, o ciclo biológico varia de 4 a 7 meses, incluindo-se de 1 a 3 meses de colheita. Em casa de vegetação, o ciclo e a colheita podem prolongar-se ainda mais. A floração e a frutificação ocorrem juntamente com a vegetação. As folhas, pecioladas, são compostas por número ímpar de folíolos (FILGUEIRA, 2008).

A planta apresenta dois hábitos de crescimento distintos, que condicionam a condução da cultura. Assim, o hábito indeterminado é aquele que ocorre na maioria dos cultivares de mesa, que são tutoradas e podadas, com caule atingindo mais de 2,5 m de altura. Ocorre dominância da gema apical sobre as gemas laterais, que se desenvolvem menos. O crescimento vegetativo da planta é vigoroso e contínuo, ocorrendo juntamente com a produção de flores e frutos (FILGUEIRA, 2008).

O hábito determinado ocorre nas cultivares melhoradas ou desenvolvidas especialmente para cultura rasteira, com a finalidade agroindustrial. As hastes atingem apenas 1 m, apresentando um cacho de flores na extremidade. Há crescimento vegetativo menos vigoroso, as hastes crescem mais uniformemente e a planta assume a forma de uma moita (FILGUEIRA, 2008).

O tomate pode ser cultivado em regiões tropicais e subtropicais no mundo inteiro, tanto para consumo *in natura*, no cultivo envarado, como para a indústria de processamento, através do cultivo rasteiro, destacando-se como a segunda hortaliça mais cultivada no mundo sendo superada apenas pela batata (SANTOS, 2009). É uma das hortaliças mais difundidas no mundo, ocupando lugar de destaque na mesa do consumidor e é plantado praticamente em todas as regiões

geográficas do Brasil em diferentes sistemas de cultivo e diferentes níveis de manejo cultural (SOUZA, 2007).

Santos (2009) descreve que a cultura do tomate é formada por duas cadeias produtivas distintas, caracterizadas pelos segmentos de mesa, destinados ao consumo *in natura*, e de indústria, destinado ao processamento. Cada cadeia produtiva possui características intrínsecas na produção, beneficiamento, processamento e comercialização, desde as cultivares utilizadas até as formas de cultivo e consumo final.

A cultura do tomate apresenta grande valor comercial e é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. Também é uma das mais cultivadas em ambiente protegido, podendo, assim, atender à demanda em épocas não favoráveis a sua produção. É uma cultura exigente em tratamentos culturais, dentre os quais a irrigação exerce forte influência na produção e qualidade dos frutos, uma vez que é considerada sensível ao déficit hídrico (SILVA et al., 2010).

Dentre as hortaliças frutos mais cultivadas no Brasil, destacam-se principalmente os cultivares de tomateiro tipos caqui, cereja e longa vida, pela sua grande aceitação no mercado e preços compensadores (CARDOSO, 2007).

O tomate é uma das hortaliças mais importante do mundo, tanto pelos aspectos sócio-econômicos quanto pelo teor nutricional. O fruto é utilizado em uma enorme variedade de receitas devido ao seu sabor atrativo e sua riqueza em vitaminas A, B e minerais importantes, como fósforo e o potássio, além de ácidos fólicos, cálcio e frutose. Seu valor medicinal está relacionado com o teor de licopeno considerado eficiente na prevenção do câncer de próstata e no fortalecimento do sistema imunológico.

Para Nunes et al. (2008), devido à importância que essa cultura representa, o cultivo em ambiente protegido está sendo utilizado como uma boa alternativa para aumentar a produtividade e minimizar os problemas comumente encontrados na produção convencional. A cultura do tomateiro é considerada atividade de alto risco, principalmente pela grande susceptibilidade ao ataque de pragas e doenças, oscilações nos preços de mercado e grande exigências de insumos e serviços (FERNANDES et al., 2007).

Para Medeiros et al. (2005), o tomate é uma das espécies de hortaliças mais plantadas em casa de vegetação no mundo, sendo a segunda no Brasil, onde o pimentão ocupa o primeiro lugar. O tomateiro é uma das hortaliças mais exigentes quanto à adubação, apresentando demanda nutricionais merecendo destaque para o consumo diferenciado com os estádios de desenvolvimento, com o ciclo de cultivo (curto, médio e longo), com genótipos e com épocas do ano, segundo (SILVA & GIORDIANO, 2000).

No Brasil, nos últimos anos a produção de tomate para o consumo *in natura* tem sofrido grandes transformações tecnológicas, merecendo destaque o avanço do cultivo em ambiente protegido e a utilização de modernos cultivares, de elevada produtividade (SELEGUINI, 2005). A crescente demanda por hortaliças de qualidade tem impulsionado alterações nas técnicas de produção. Verifica-se gradual substituição do cultivo de hortaliças em solo para o cultivo em substrato, principalmente quando a presença de patógeno no solo impossibilita o cultivo (FERNANDES, 2006).

### **Cultivo Protegido**

A origem da casa-de-vegetação ocorreu em países do hemisfério Norte, com o objetivo de elevar a temperatura interna (efeito estufa), na busca de resolver os problemas relacionados com a produção no inverno (FERNANDES, 2001). Segundo a mesma autora, as maiores conquistas na obtenção de ambiente protegido, iniciado no século passado, foram oriundas da utilização do vidro. Porém, a partir de 1930, surgiu o polietileno e com ele uma nova e versátil opção de cultivo. Assim, a utilização do ambiente protegido ampliou-se rapidamente pelo mundo, não só objetivando o efeito estufa, nos cultivos de inverno, como também visando o efeito guarda-chuva, nos períodos de verão chuvoso. Desta forma, surgiu a possibilidade de viabilizar o cultivo de hortaliças cujo desenvolvimento fica comprometido nesta época do ano.

O ambiente protegido tem por finalidade principal proteger as plantas das baixas temperaturas (efeito estufa) e das chuvas (efeito guarda-chuva), além de proporcionar maiores produções comerciais em épocas desfavoráveis aquela cultura (MEDEIROS et al., 2005). Como

também para o mesmo autor, o cultivo de tomateiro em ambiente protegido visa principalmente aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos, podendo ser implantado em áreas pequenas.

Segundo Purqueiro & Furlani (2010), com essas vantagens têm-se ganho na produtividade e diminuição na sazonalidade da oferta, com redução dos riscos de produção e mais produtividade pela possibilidade de se oferecerem produtos de maior qualidade o ano todo.

O cultivo de plantas em ambiente protegido, geralmente, é realizado no solo; porém, com o decorrer do tempo, em consequência da alta intensidade de cultivos, têm sido observados vários problemas com reflexos negativos no rendimento das culturas. Destacam-se entre os principais, a ocorrência de pragas e fitopatógenos, que atacam o sistema radicular e, os desequilíbrios nutricionais, uma vez que os elementos minerais não absorvidos pelas raízes das plantas tendem a se acumular na camada superficial do solo, provocando a salinização e/ou antagonismo entre os nutrientes (ABAK & CELIKEL, 1994; ANDRIOLO et al., 1997). Em ambientes protegidos, o ajuste desses fatores à planta possibilita estender o período de produção e minimizar os problemas ocorrentes no campo na produção de hortaliças.

O uso de substrato com fertirrigação é uma boa alternativa para superar os problemas de ordem nutricional e preservar a sanidade do sistema radicular, especialmente no tomateiro, cujo cultivo, nesse sistema, permite obter maior regularidade de produção ao longo do ano com elevado rendimento e frutos de melhor qualidade (ANDRIOLO et al., 1997).

### **Uso de substrato na agricultura**

Após a Segunda Guerra Mundial, na Europa, reiniciavam-se as pesquisas sobre o uso da turfa como meio de cultivo para plantas em vasos, interrompidas durante a guerra. Depois, outros materiais foram incorporados ao setor produtivo como a perlita na Espanha e a casca de árvores nos Estados Unidos e Europa. No Brasil, os principais componentes do substrato são materiais de origem orgânica como turfa, casca de pinus e fibra de côco (BATAGLIA & FURLANI, 2004). No mundo todo, a indústria de substratos para plantas busca material substituto para turfa, por ser um recurso natural não renovável, consagrada como componente padrão de cultivo em recipientes. Resíduos de agroindústrias, fibra de côco e outros produtos orgânicos

decompostos aparecem como alternativa promissora para cultivos (KAMPF, 2000). O solo mineral foi o primeiro material utilizado no cultivo em recipientes, sendo que atualmente, a maior parte dos substratos é uma combinação de dois ou mais componentes, com a finalidade de adequar as características químicas e físicas específicas para cada cultivo (MELLO, 2006).

Segundo Kampf & Fermino (1999), entende-se como substrato para plantas o meio de cultivo onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo, podendo ser formado por material mineral ou orgânico ou ainda pela mistura de diversos materiais, como turfa e resíduos vegetais compostados.

Atualmente a produção de substratos vem se destacando no mercado agrícola mundial. Nas propriedades rurais os agricultores produzem seus próprios substratos a partir de materiais disponíveis na região, sendo que boa parte são de origem industrial, oriunda de serrarias, carvoarias, olarias e restos de pós-colheitas que sobram no campo.

O termo substrato aplica-se a todo material sólido, distinto do solo, podendo ser natural, sintético (espuma fenólica, lã de rocha), residual (esterco, bagaço de cana, fibra de algodão), mineral (perlita e vermiculita) ou orgânico, como turfa, casca de árvores decompostas, fibra de côco (ABAD & NOGUEIRA, 1998). Já para Fernandes (2006), vários são os materiais utilizados como substratos: areia, espuma fenólica, argila expandida, vermiculita, composto de lixo urbano, bagaço de cana-de-açúcar, casca de amendoim, casca de arroz, casca de pinus, fibra de casca de côco, serragem entre outros. Para a mesma autora, considerando-se a disponibilidade e o baixo custo, tem sido investigada a possibilidade de utilizar, como componentes de substratos, os resíduos agrícolas produzidos em cada região.

O aproveitamento de resíduos da agroindústria como componente de substratos orgânicos, pode garantir a obtenção de um material alternativo, de baixo custo, de fácil disponibilidade e auxiliar na redução do seu acúmulo no ambiente (OLIVEIRA, 2008). Como características desejáveis, os substratos devem apresentar baixo custo, estar próximo às regiões de consumo, adequadas aeração e retenção de água e relativa esterilidade biológica (KONDOURO et al., 1999; BOOMAN, 2000).

Conforme cita Monteiro (2007), o emprego de substratos apresenta grande avanço frente ao sistema de cultivo no solo, por que oferece como principais vantagens o manejo adequado da água, evitando umidade excessiva em torno das raízes, comum no solo em períodos de elevada precipitação pluviométrica, e o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas. Para Silveira (2008), a substituição do cultivo em solo para o cultivo em substratos, levando em consideração sua disponibilidade e potencial de produção, pode ser uma alternativa economicamente viável, e em alguns casos necessários, sobretudo para produtores com limitações de áreas em suas propriedades. A reutilização de substratos caracteriza-se como uma possibilidade de reduzir custos de produção, uma vez que dispensa a aquisição de novos substratos. Além disso, pode-se conseguir um menor impacto ambiental, uma vez que a reutilização possibilita a redução do volume de substrato descartado após o cultivo (FERNANDES et al., 2006).

Segundo Fernandes et al. (2002), um substrato agrícola deve guardar uma proporção adequada entre macro e microporos, favorecendo assim a atividade fisiológica das raízes e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas. A técnica de cultivo em substrato exige, além de conhecimento técnico, investimento econômico. Assim, a reutilização de substratos por mais de um cultivo caracteriza-se como uma tentativa de reduzir o custo de produção.

O substrato adequado deve ser facilmente disponível, ter custo compatível, não poluir e não possibilitar a introdução e o desenvolvimento de patógenos. Deve possuir boa aeração, boa retenção de água e nutrientes além de permitir drenagem eficiente, propiciando deste modo, maior produtividade e melhor qualidade de frutos (FONTES et al., 2004).

Seguindo uma tendência internacional, também no Brasil o tema "substrato para planta" cresce em interesse e importância. O uso de substratos está relacionado ao cultivo fora do solo *in situ* realizado muitas vezes em ambiente protegido e empregando em geral, volumes limitados contidos em recipientes (KAMPF, 2001).

MARTÍNEZ (2002) informa alguns exemplos dos substratos de acordo com as propriedades e a classificação segundo o material de origem.

**Tabela 1.** Classificação dos substratos de acordo com suas propriedades químicas (Martinez, 2002).

<b>Quimicamente inertes</b>	<b>Quimicamente ativos</b>
Areia	Turfas
Rocha vulcânica	Casca de pinus
Perlita	Resíduos de celulose
Lã de rocha	Vermiculita

**Tabela 2.** Classificação dos substratos de acordo com sua origem (Martinez , 2002).

<b>Materiais orgânicos</b>	<b>Minerais</b>
Turfas	Perlita
Fibra de côco	Lã de rocha
Casca de pinus	Areia
Resíduos sólidos urbanos	Vermiculita
Palha de cereais	Argila expandida

Segundo Júnior (2006), apesar da ausência de dados estatísticos sobre o volume total de substratos consumidos anualmente no Brasil, é possível avaliar algumas das demandas atuais nos principais setores agrícolas que usam esse material. Dentre as culturas que mais utilizam substratos, destacam-se o fumo, com o consumo estimado em 130 mil m<sup>3</sup>/ano, segundo AFUBRA (Associação dos Fumicultores do Brasil, 2004/2005) e a silvicultura, com uma demanda anual em torno de 125 mil m<sup>3</sup>/ano, para a formação inicial de mudas em tubetes. De acordo com dados fornecidos pela Fundecitrus (KAMPF, 2004), o consumo estimado de substrato pela citricultura está em torno de 100 mil m<sup>3</sup>/ano, para o preenchimento de tubetes, potes e sacolas. De acordo com Fonseca (1988), vários são os materiais que podem ser usados para a composição do substrato.

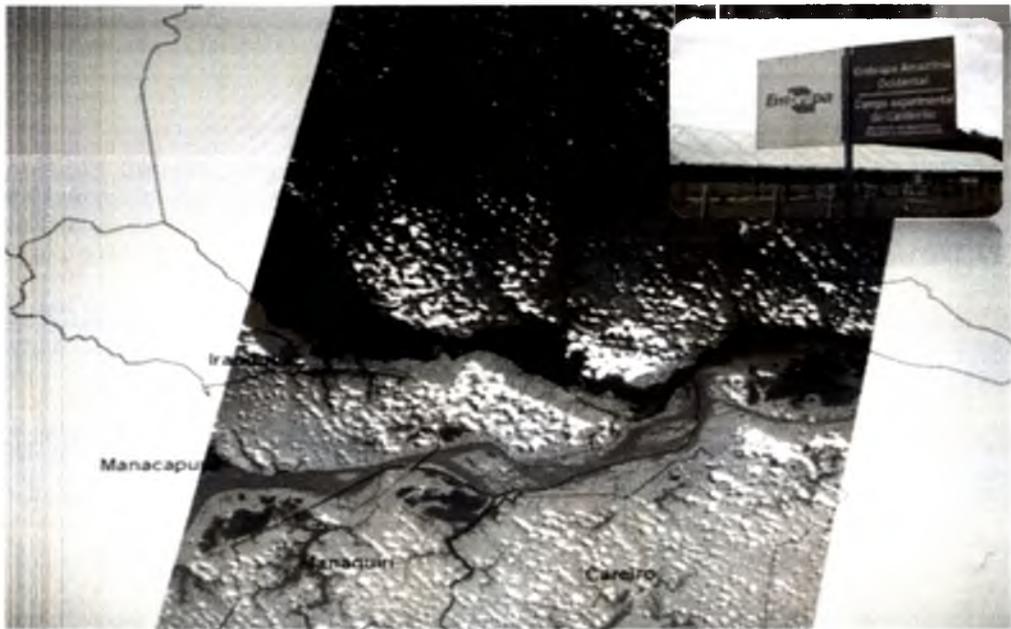
Dentre eles destacam-se a vermiculita, composto orgânico, esterco de bovinos, moinha de carvão, terra de subsolo, bagaço de cana, acícula de pinus e turfas. Júnior (2008) ressalta que, no passado, ao preencher um recipiente com solo mineral, o produtor buscava um material que permitia e que favorecesse nutrientes para a planta. Entretanto, devido a problemas relacionados à contaminação do solo por ervas daninhas pragas e doenças, o solo vem sendo substituído por outros materiais que têm por finalidade fixar as plantas e oferecer condições físicas adequadas para seu desenvolvimento. Para o mesmo autor, o substrato como fornecedor de nutrientes deixou de ser relevante, uma vez que os nutrientes podem ser fornecidos pela adubação.

Cultivos em substratos demonstram grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois oferecem vantagens, tais como: o manejo adequado da água, o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, a redução do risco de salinização do meio radicular e a redução de ocorrência de problemas fitossanitários, que traduzem em benefício direto no rendimento e qualidade dos produtos colhidos (ANDRIOLO, 1999). Segundo Carrijo et al. (2003) a produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil tem sido usada como uma opção pra maximizar lucros e minimizar riscos. Apesar de proporcionar resultados satisfatórios durante os primeiros anos de produção, essa técnica trouxe problemas, com maior incidência de doenças e salinização de solo. Para minimizar os efeitos negativos, uma alternativa à produção em solo é o sistema de cultivo em substrato que podem ser reutilizados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização da área experimental**

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Caldeirão, no período de 27 de junho a 5 de outubro de 2010, localizado na Estrada do Caldeirão, km 27, município de Iranduba-AM (Figura 1) pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental, situado no médio Amazonas à margem esquerda à jusante do rio Solimões, compreendida entre as coordenadas geográficas de 3<sup>o</sup> 14' 22" de latitude Sul e 60<sup>o</sup> 02' 04" de longitude WGr (XAVIER, 1997). O clima da região, na classificação climática de Koppen, é do tipo Ami, caracterizado por um clima tropical que possui um regime pluviométrico anual igual ou superior a 2.000 mm (RODRIGUES, 1996).



**Figura 1.** Campo Experimental do Caldeirão, Embrapa Amazônia Ocidental, Iranduba 2010 (AM).

#### **4.2 Descrição da estrutura do experimento**

O experimento foi instalado em casa-de-vegetação modelo capela, construída com madeira-de-lei e coberta com plástico de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) com espessura de 100  $\mu\text{m}$  sem proteções frontais e laterais, com as seguintes dimensões: largura de 7,7 m; comprimento de 50,4 m; altura do pé direito de 3,2 m; altura central 5,5 m; e beiral de 0,5 m (Figura 12).

#### **4.3 Temperatura e umidade relativa do ar**

No interior da casa de vegetação foi instalado um termohigrógrafo AK 275 Modelo 88296<sup>®</sup>, a altura de 2.0 m do nível do solo, a partir da 4<sup>a</sup> semana para registrar as temperaturas de máxima e mínima, assim como a umidade relativa do ar durante a condução do experimento (Figura 2).



**Figura 2.** Casa de vegetação modelo capela adotada no experimento de cultivo protegido de tomateiro em substrato (A) e termohigrógrafo (B). Iranduba, AM, 2010.

#### **4.4 Cultivares utilizadas no experimento**

Foram estudados quatro materiais de tomateiros de crescimento indeterminado e um de crescimento determinado, totalizando cinco cultivares. As descrições das características dos cultivares (Tabela 3.) foram obtidas em catálogos de empresas de sementes, de institutos públicos de pesquisa e segundo informações de Gama (2010)

**Tabela 3.** Descrição dos cultivares de tomate. Iranduba-AM, 2010.

Cultivares	Descrição varietal	Resistência e tolerância a doenças
<b>Setcopa</b>	<p>Híbrido F1 do grupo caqui, ciclo de 100 a 120 dias, plantas com hábito de crescimento indeterminado, vigorosas, entrenós curtos, pencas definidas e excelente enfolhamento. Produz fruto do tipo salada com peso médio de 220 g, firmes, levemente achatados, com padrão até o ponteiro e boa pós-colheita. Permite alta produção em regiões infestadas com Germinivirus, indicado para o semeio seco em cultivo em casa-de-vegetação. (<a href="http://www.agristar.com.br">www.agristar.com.br</a>).</p> <p>(Segundo informações da empresa Agristar, a cultivar Setcopa saiu do mercado).</p>	<p>Murcha-de-fusário raça 1 (<i>Fusarium oxysporum f. sp. Melonis</i>); murcha-de-fusário (<i>Fusarium oxysporum f.sp. radicans-lycopersici</i>) mancha-decladospório raça 4 (<i>Cladosporium fulvum</i>); Nematóide (<i>Meloidogyne incognita e M. javanica</i>); vírus do mosaico do tomate (<i>Tomato mosaic tobamovirus</i>); vira-cabeça-do-tomateiro (<i>Tomato spotted wilt tospovirus</i>); mosaico-dourado-do-tomateiro (<i>Tomato yellow leaf Curl begomovirus</i>); murcha-de-verticílio (<i>Verticillium albo-atrum e V. dahliae</i>)</p>
<b>Olympo</b>	<p>Híbrido F1 do grupo caqui, ciclo de 100 a 150 dias, plantas com hábito de crescimento indeterminado, vigorosas, com bom enfolhamento e porte médio, folhas com coloração verde-escuro, frutos do tipo salada de tamanho extra grande, formato redondo-achatado, peso médio de 300 a 350 g e coloração vermelha intensa, excelente sabor e coloração; aparência muito atraente. (<a href="http://www.seminis.com.br">www.seminis.com.br</a>).</p>	<p>Murcha-de-verticílio (<i>Verticillium albo-atrum e V. dahliae</i>); murcha-de-fusário raça 1 e 2 (<i>Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici</i>); vírus do mosaico do tomate (<i>Tomato mosaic tobamovirus</i>); nematóide (<i>Meloidogyne incognita e M. javanica</i>).</p>

**Tabela 4.** Descrição dos cultivares de tomate. Iranduba-AM, 2010 (continuação)

<b>Fascínio</b>	Híbrido F1 do grupo Italiano, ciclo de 80 a 110 dias, plantas com hábito de crescimento determinado, com excelente estrutura e ótima cobertura foliar. Produz fruto do tipo saladete italiano, de formato alongado com peso que varia de 150 a 180 g, firmes e uniformes. Excepcional pegamento de flores e frutos, com alto potencial produtivo. Possui dupla aptidão, podendo ser cultivado em casa-de-vegetação e em campo aberto. (www.feltrinsementes.com.br).	Vírus do mosaico do tomate ( <i>Tomato masaic tabamovirus</i> ); ToTV ( <i>Tomato torado virus</i> ); masaico-dourado-do-tomateiro ( <i>Tomato yellow leaf curl begomovirus</i> ); murcha de verticílio ( <i>Verticillium albotrum</i> e <i>V. dahlia</i> ); murcha-de-fusario raças 1 e 2 ( <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> ); Nematóide ( <i>Meloydogyne incógnita</i> e <i>M. javanica</i> )
<b>Duradoro</b>	Híbrido F1 do grupo Saladinha, ciclo de 100 a 105 dias, planta com hábito de crescimento indeterminado, plantas vigorosas e produtivas. Possui bom pegamento de frutos, com bom padrão comercial, são firmes e com peso médio de 250 g, distribuídos ao longo de toda a planta, inclusive nos cachos próximos ao ponteiro e possuem boa conservação pós-colheita. (www.cnph.embrapa.br).	Vira-cabeça-do-tomateiro ( <i>Tomato spotted wilt tospovirus</i> ); murcha-de-fusário raça 1 ( <i>Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici</i> ); murcha-de-verticílio raça 1 ( <i>Verticillium dahlie</i> ).
<b>Débora Plus</b>	Híbrido F1 Cultivar tipo santa-cruz, longa vida estrutural. Planta vigorosa, produtiva, de crescimento indeterminado. Os frutos são saborosos, de vermelho intenso, pesando em média 130-140 gramas. (www.sakata.com.br).	Apresenta resistência a murcha de ( <i>Verticillium dahlie</i> ); murcha-de-fusário raça 1 e 2 ( <i>Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici</i> ) e nematóide ( <i>Meloydogyne incognita</i> e <i>M. javanica</i> ).

#### 4.5 Caracterização das matérias primas utilizadas no experimento

O solo trabalhado na composição dos substratos foi um Latossolo Amarelo coletado de mata secundária (capoeira) do Campo Experimental do Caldeirão da Embrapa Amazônia Ocidental – Iranduba-AM, com aproximadamente 10 anos de pousio, da camada arável com 20 cm de profundidade. Em seguida, o solo foi seco a temperatura ambiente para facilitar o processo de limpeza, como retirada de restos de raízes e folhas. Após o preparo foi misturado com outros componentes.

O carvão foi adquirido no local de comercialização do produto no Bairro de Educandos, zona sul da cidade de Manaus-AM, na forma de resíduos já triturados. No local do experimento foi feita a limpeza do material e trituração das partículas maiores de 6 mm. Após esse procedimento o carvão foi misturado com o solo.

O esterco de gado foi coletado no curral de uma fazenda do município de Iranduba-AM. No local do experimento foi amontoado sobre piso de concreto a campo aberto, forma de pilhas com altura de 1,5 m, largura de 3,0 m e comprimento de 5,0 m. O esterco foi curtido através do processo de decomposição aeróbica (compostagem), até a completa degradação dos resíduos orgânicos. O manejo da compostagem consistiu de uma revirada da pilha semanal, irrigação em dois em dois dias, usando uma quantidade de água suficiente apenas para controlar a umidade e a temperatura da pilha de compostagem, mantendo uma faixa de 40<sup>0</sup> C a 60<sup>0</sup> C. Em dias de chuva a pilha foi coberta com plástico de polietileno transparente. O material ficou decomposto e, posteriormente foi adicionado ao solo, quando apresentou cor escura, cheiro de solo de mata, boa homogeneidade e temperatura abaixo de 35<sup>0</sup> C, o que ocorreu em 120 dias após a montagem das pilhas.

A fibra de côco foi adquirida pronta no comércio local com nome comercial de Golden Mix<sup>®</sup> formulação n<sup>o</sup> 47 que é um substrato formulado a partir de 100% de fibra de côco, de textura fina. Segundo informações do fabricante, o substrato possui pH 5,8, condutividade elétrica 1,8 mS cm<sup>-1</sup>, umidade 60%, densidade 92 kg m<sup>-3</sup>, e capacidade de retenção de água 506 mL L<sup>-1</sup>.

Na Tabela 4. estão os valores da composição química das matérias-primas utilizadas no experimento.

Amostra	pH	C	N	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	T <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	Fe	Zn	Mn	Cu
	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol, dm <sup>-3</sup>	cmol, dm <sup>-3</sup>	%	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>					
Solo	3,9	23,2	1,4	3	29	2	0,4	0,1	2,3	9,9	10,7	7,8	317	0,5	1,1	0,1
FC	5,6	279,2	6,3	429	1750	49	2,7	1,8	0,0	3,7	13,2	72,0	35	10,	10,9	4,8
EG	6,6	35,6	4,8	916	470	57	8,9	3,6	0,0	0,9	15,1	94,0	62	43,	38,1	0,7
RC	7,9	51,8	2,1	38	670	370	3,6	0,9	0,0	0,15	8,2	98,2	20	4,3	8,5	1,6

**Tabela 5.** Características químicas do solo, da fibra de côco (FC), do esterco de gado curtido (EG) e do resíduo de carvão (RC) usados na composição dos substratos. Iranduba-AM, 2010.

<sup>1</sup> Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; <sup>2</sup> Saturação por bases

A partir das matérias-primas, foram formulados quatro substratos, assim definidos: (S1) solo adicionado NPK e calcário dolomítico; (S2) solo + carvão triturado na proporção 2:1, adicionado NPK e calcário dolomítico; (S3) solo + esterco de gado curtido na proporção 2:1, adicionado NPK e calcário dolomítico; (S4) solo + fibra de côco na proporção 2:1, adicionado NPK e calcário dolomítico.

#### 4.5.1 Caracterização química dos substratos

Foram coletadas quatro amostras simples de substratos no centro de cada parcela antes do transplante das mudas de tomateiro. As amostras dos substratos utilizadas no experimento foram enviadas para o Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, onde foram determinadas as propriedades químicas como teor de matéria orgânica (MO), relação Carbono/Nitrogênio (C/N), condutividade elétrica (CE), pH em água, fósforo (P), K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, além dos cálculos da CTC efetiva e V%, de acordo com EMBRAPA (1999).

#### 4.5.1.1 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi realizada no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Ocidental. Ainda na parte química foi realizada a condutividade elétrica (CE) a qual foi determinada antes da adubação de plantio e durante o cultivo, no período de pleno florescimento do tomateiro, aproximadamente 40 dias após o transplante, conforme procedimento descrito por Raij et al.(2001), em extrato substrato: água 1:5.

As amostras dos substratos secas ao ar foram pesadas em balanças Marte<sup>®</sup>, modelo AS 2000 C e transferidas para frasco plástico de 100 mL, sendo adicionados 50 mL de água destilada e após 30 minutos de repouso, fechou-se o frasco e agitou-se em agitador mecânico por 15 minutos.

Em seguida, o conteúdo do frasco foi filtrado através de filtro de papel de textura médio-grosseira e acondicionado o extrato em frasco plástico. A leitura da CE foi obtida com condutivímetro HANNA<sup>®</sup>, modelo COMBO HI98130 ligado com uma hora de antecedência e aferida sua leitura com solução de KCl 0,010 mol L<sup>-1</sup>, sendo a CE desta solução de 12,88 dS m<sup>-1</sup> a 25 °C, logo após foi procedida a leitura diretamente em dS m<sup>-1</sup>, medindo a temperatura do extrato em °C e transformada a CE observada para temperatura de 25 °C, utilizando a seguinte fórmula:

$$CE_{25^{\circ}C} = CE_{obs} \times fc,$$

onde:  $CE_{obs}$  significa condutividade elétrica observada,  $fc_t$  é o fator de correção de temperatura para 25 °C que para cada grau acima ou abaixo de 25 °C, respectivamente, diminui ou aumenta o valor da CE em 2%.

#### 4.5.1.2 Caracterização física dos substratos

Informações de granulometria e de densidade dos substratos utilizadas no primeiro cultivo de cultivares de tomateiro realizado por Gama (2010), estão dispostas nas Tabelas 6 e 7.

**Tabela 6.** Composição granulométrica dos substratos utilizados. Iranduba – AM. (GAMA, 2009).

Substratos*	Tamanho das partículas			
	2,00-0,20 mm	0,20-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002mm
	-----g kg <sup>-1</sup> -----			
S1	469,7	163,3	127,5	239,5
S2	488,2	190,3	110,0	211,5
S3	400,1	173,0	194,9	232,0
S4	408,6	222,7	81,2	287,5

\*S1: Solo + fibra de côco; S2: Solo + esterco de gado; S3: Solo + resíduo de carvão; S4: Solo.

**Tabela 7.** Densidade do substrato (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água de reserva (ARes) dos quatros substratos utilizados. Iranduba – AM. (GAMA, 2009).

Substratos*	DS	PT	EA	AFD	ARes
	-----kg m <sup>3</sup> -----	-----%-----			
S1	900,7 c	65,4 a	30,5 a	23,5 a	14,8 a
S2	1150,1 a	55,8 c	25,4 b	19,1 b	12,4 b
S3	966,9 b	62,8 b	24,8 b	18,6 bc	12,0 b
S4	1187,3 a	54,3 c	20,6 c	17,1 c	10,5 c

\*S1: Solo + fibra de côco; S2: Solo + esterco de gado; S3: Solo + resíduo de carvão; S4: Solo; Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, P<0,05

Também foram avaliadas a porosidade depois de cessado o processo de drenagem; água facilmente disponível (AFD), umidade entre 1 a 5 kPa; água de reserva (ARes), teor de umidade entre as tensões de 5 a 10 kPa; conforme proposto por Carrijo et al. (2004).

#### 4.6 Produção e transplante das mudas

As mudas foram produzidas sob casa de vegetação como foi descrita anteriormente, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células preenchidas com substrato comercial Vivato<sup>®</sup> e posteriormente foram condicionadas sobre bancada de madeira com arame liso N<sup>o</sup>. 12, para que o fundo ficasse suspenso do solo (Figura 1). As mudas foram irrigadas diariamente com utilização de regador manual até a drenagem das primeiras gotículas de água no fundo das bandejas.

O transplântio das mudas de tomateiro foi realizado no dia 17 de junho de 2010, quando apresentaram cinco folhas verdadeiras e altura de 10 a 15 cm, com idade de 21 dias após a sementeira, tomando-se o cuidado de eliminar o espaço poroso entre o substrato da muda (raízes) e a cova em cada substrato.



**Figura 1.** Produção de mudas de cultivares de tomateiro, Iranduba, AM, 2010.

#### 4.7 Adubação de cobertura

Logo após o transplântio, já foi realizada a primeira adubação (NPK) via fertirrigação por gotejamento, seguindo-se dessa forma com duas vezes na semana até o final do experimento, conforme as épocas de aplicação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Doses de nitrogênio, fósforo e potássio utilizados no momento da fertirrigação por gotejamento na cultura do tomate. Iranduba, AM, 2012.

Épocas de aplicação	Dose		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg ha <sup>-1</sup>		
1 <sup>a</sup> a 4 <sup>a</sup> Semana	30	80	40
5 <sup>a</sup> a 8 <sup>a</sup> Semana	60	48	70
9 <sup>a</sup> a 10 <sup>a</sup> Semana	90	36	130
15 <sup>a</sup> Semana até o final do experimento	120	0	180

Fonte: Gomes *et al.*, 1999.

Além de NPK, a partir da primeira semana foram aplicados: Nitrato de Cálcio, Nitrato de Potássio, Sulfato de Magnésio e MAP (fosfato monoamônico), a partir do 14º dia, como se observa na Tabela 2.

Para os micronutrientes, foi preparado um coquetel que foi aplicado a partir do 30º DAT até início da colheita e posteriormente no período de colheita (Tabela 3).

**Tabela 2.** Fertirrigação aplicada sob ambiente protegido em 388 m<sup>2</sup> para os cultivares de tomateiros, Iranduba, AM, 2010.

Dose para 388 m <sup>2</sup> de casa de vegetação <sup>1</sup>				
DAT*	Nitrato de Cálcio (14%N e 18%Ca)	Nitrato de Potássio (13%N e 44% K <sub>2</sub> O)	Sulfato de Magnésio (9%Mg e 14%S))	MAP <sup>2</sup> (44%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e 9%N))
-----g-----				
14	40	180	-	-
21	40	180	50	-
28	80	320	50	-
35	80	320	160	-
42	80	320	160	200
49	80	320	160	250
56	80	320	160	250
63	120	600	160	250
70	140	600	160	250
77	140	600	160	250
84	140	650	120	250
91	140	650	120	250
98	190	650	120	250
105	190	600	100	250
112	170	600	100	250
119	170	600	100	200

<sup>1</sup>Valores adaptados de Gomes *et al.* 1999. \*DAT – Dias após transplante; MAP<sup>2</sup> – fosfato monoamônico.

**Tabela 3.** Doses de micronutrientes para preparo de coquetel aplicado semanalmente através de fertirrigação, Iranduba-AM, 2010.

Fertilizantes	Dose do coquetel para 388m <sup>2</sup> de casa de vegetação		
	A partir dos 30 DAT*		
	Até início da colheita	Até o final da colheita	
	g L <sup>-1</sup> água	----- mL	----- mL
Ferrilene (6% Fe)	30		
Acido bórico (17% B)	30		
Sulfato de zinco (21% Zn)	8	3,5	5,0
Sulfato de cobre (25% Cu)	7		
Molibdato de sódio (39% Mo)	1		

<sup>1</sup> Valores adaptados de Carrijo & Makishima (2003). \* DAT – Dias após transplantio.

#### 4.8 Condução e tratos culturais nos tomateiros

O transplantio para as parcelas experimentais foi realizado no dia 17 de junho de 2010, para fileiras simples sobre os substratos, que estavam em valas no espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,40 m entre plantas, com profundidade de 0,20 m, largura superior de 0,30 m, largura inferior de 0,20 m, comprimento de 4,0 m, contendo 200 litros de substrato, forradas com plástico de polietileno transparente de 100 µm, a fim de evitar o contato direto do substrato com o solo e com declividade de 0,5% para facilitar a drenagem da solução nutritiva excedente.

A condução das plantas foi na forma vertical conduzida em uma haste, com exceção do cultivar (Fascínio) conduzido com cinco hastes, através de fitilhos, amarrados em um fio de arame nº12, sobre as linhas de plantio, na altura de 2,0 m em relação à superfície do substrato.

As plantas foram desbrotadas semanalmente com a eliminação de todos os brotos axilares, sem raleio de frutos e flores. Quando alcançaram o arame que estava a 2,0 m de altura foi realizado a decepa apical.

#### 4.9 Sistema de irrigação

Para a irrigação das plantas foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, com tubo gotejador auto-compensante, com vazão de  $1,6 \text{ L h}^{-1}$ . O espaçamento entre emissores foi de 0,40 m, sendo um emissor para cada planta, instalado ao lado do caule. Tanto para a irrigação como para a fertirrigação utilizou-se água de poço artesiano (Figura 2).



**Figura 2.** Sistema de irrigação por gotejamento utilizado na condução dos cultivares de tomateiro. Iranduba, AM, 2010.

#### 4.10. Variáveis relacionadas ao desenvolvimento da planta

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

#### **4.10.1 Altura das plantas**

A altura das plantas (ALTP) foram medidas quinzenalmente com auxílio de uma régua graduada em escala de um (1) mm. A altura foi determinada, medindo-se a distância entre o nível da superfície do substrato na vala e a gema apical da planta. Essa medição realizou-se até o momento quando as plantas alcançaram a altura de dois metros em relação a superfície do substrato, onde posteriormente foi realizado a decepta apical.

#### **4.10.2 Diâmetro das hastes**

O diâmetro das hastes foi medido quinzenalmente, com um paquímetro digital graduado com escala de 0,1 mm, tomando-se como referências a região da haste localizada a cm de altura em relação à superfície do substrato.

#### **4.10.2 Teor de macro e micronutrientes nas folhas do tomateiro**

Foram coletadas 16 folhas com pecíolo de cada parcela, sendo quatro folhas em cada repetição, no período de pleno florescimento da cultura, aos 41 dias após o transplântio. As partes amostradas foram as folhas opostas ao florescimento do terceiro cacho (MARTINEZ et al., 1999). Após a coleta, as folhas foram encaminhadas no mesmo dia para o laboratório, acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas em baixa temperatura. Para determinação de teor de nutrientes foram utilizadas amostras de 10 g, as quais foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, onde foram determinados os teores dos macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), também os micronutrientes boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), Manganês (Mn) e zinco (Zn) para cada amostra correspondente às plantas de cada parcela.

A digestão sulfúrica e a digestão por via seca foram utilizadas para a obtenção do extrato visando a determinação de N e B respectivamente. A digestão nítrica-perilórica foi

utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn), conforme metodologia apresentadas por (EMBRAPA, 1999).

#### **4.11 Avaliação das variáveis relacionadas à produção**

A colheita foi realizada em intervalos semanais, a partir dos 60 dias após o transplântio das mudas de tomateiro. As avaliações adotadas neste trabalho relacionado à produção de tomate foram:

a) Produção total de frutos (PTF) – representado pela produção média de frutos por planta que foram expressos em quilograma por planta, acumuladas nas diferentes etapas da colheita por parcela;

b) Produção de frutos comerciais (PFC) – foram estabelecidos pela soma da pesagem dos frutos, em quilograma e classificados dentro dos padrões comerciais nas diferentes etapas de colheita por parcela, em seguida estabelecidos a produção média de frutos comerciais por planta;

c) Número total de frutos (NTF) – foram obtidos pela soma do número de todos os frutos colhidos das seis plantas centrais nas diferentes etapas de colheita por parcela, em seguida estabelecidos o número médio de frutos por planta;

d) Número de frutos comerciais (NFC) – foram quantificados pela soma do número de frutos classificados dentro dos padrões comerciais, colhidos de quatro plantas centrais nas diferentes etapas de colheita por parcela, em seguida estabelecido o número médio de frutos comerciais por planta;

e) Peso médio de frutos comerciais (PMC) – foram obtidos da relação entre PFC e NFC nas diferentes etapas de colheita por parcela;

f) Número de cachos por planta (NCP) – foram obtidos pela soma do número de todos os cachos das seis plantas centrais por parcela, contados na ocasião da última colheita, em seguida estabelecido o número médio de cachos por planta;

g) Número total de frutos por cacho (TFC) – foram obtidos da relação entre NTF e NCP nas diferentes etapas de colheita por parcela.

#### **4.12 Variáveis relacionadas a características dos frutos**

**a) Diâmetro dos frutos (DF):** Foram medidos aleatoriamente (04) quatro frutos comerciais de cada parcela, na região central do fruto, onde ocorre o maior Diâmetro e estabelecido à média.

**b) Número de lóculos por fruto (NLF):** Foram escolhidos aleatoriamente quatro frutos comerciais de cada parcela e cortados longitudinalmente. Os lóculos foram contados nas categorias de bi, tri, tetra e pluricelulares.

#### **4.13. Delineamento estatístico**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, com esquema fatorial 5 x 4 x 4, sendo cinco cultivares de tomate e quatro substratos, com quatro repetições e oito plantas por parcelas, totalizando 80 parcelas. As parcelas foram instaladas com objetivo de minimizar qualquer diferença microclimática dentro da casa-de-vegetação. Sendo assim, cada quadrante da casa-de-vegetação correspondeu a um bloco, totalizando quatro blocos. Porém foram consideradas como área útil as quatro plantas centrais de cada subparcela na pesquisa.

##### **4.13.1 Análise Estatística**

As médias foram submetidas à análise de variância pelo Teste F e na ocorrência de significância, foram comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As

análises foram feitas com o auxílio do programa computacional R versão 2.13 (R Development Core Team, 2010).

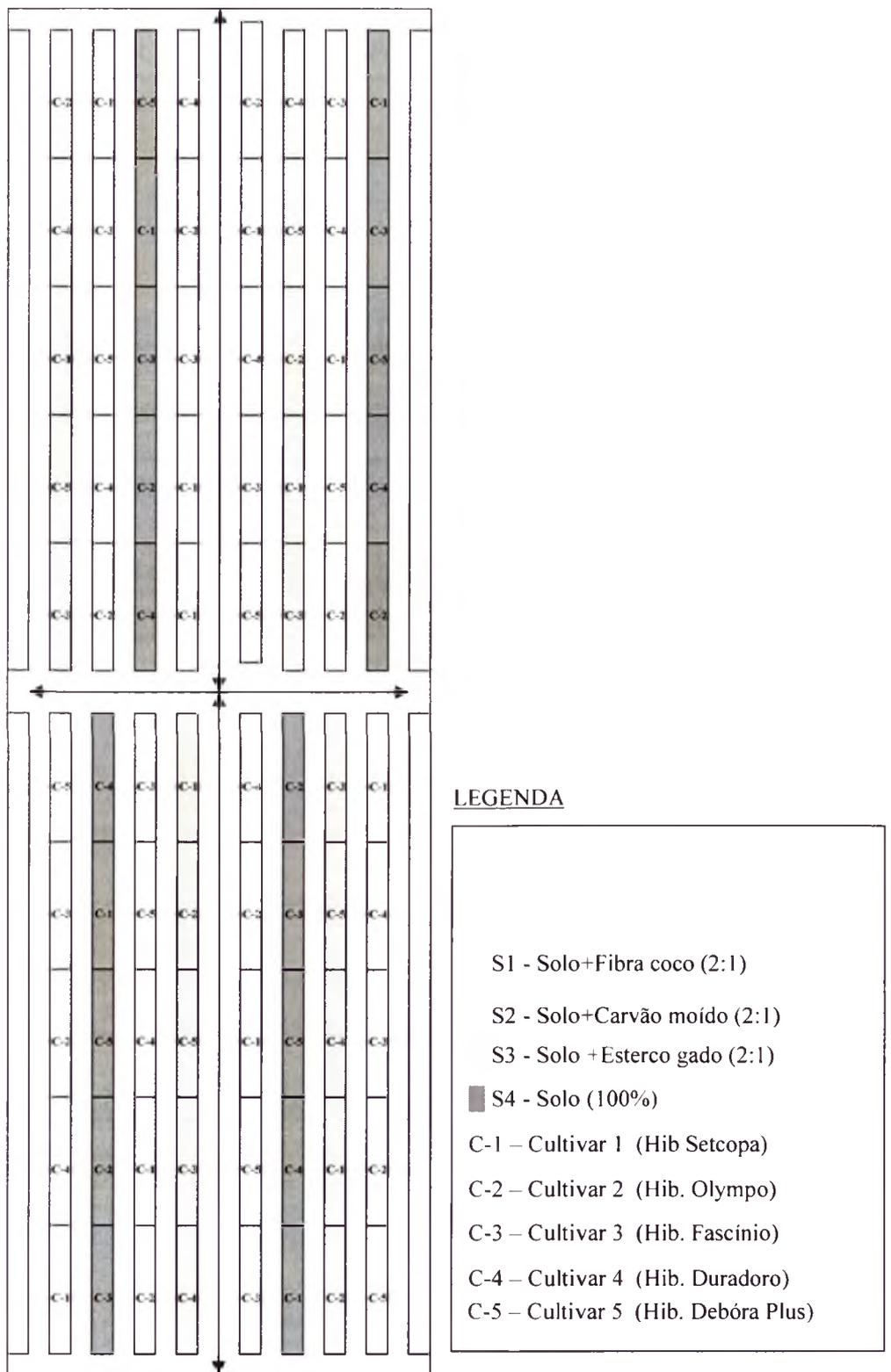


Figura 5. Croqui do delineamento experimental.

## **5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Temperatura**

Na Tabela 10 estão os valores para as temperaturas durante a condução do experimento. Observa-se que em média a temperatura diurna foi superior a noturna em quase 5°C. A temperatura diária média (28,8°) ficou mais próxima da temperatura diurna do que da média noturna (25,4°). Por outro lado, observa-se que do meio do período de cultivo até o final, as temperaturas máximas médias aumentaram, chegando a registrar até 40,2°C, enquanto as temperaturas médias mínimas decresceram, quando o mínimo chegou a 22,8°C. A temperatura é o fator climático mais importante para o cultivo de tomateiro, pois estabelece limites para cada plantio e fases de seu crescimento (Carmo & Caliman, 2010). Alvarenga (2004), afirma que o tomateiro quando submetido a temperaturas elevadas, acima de 35 °C causam redução drástica na porcentagem de germinação, pequeno desenvolvimento da planta, morte prematura de plântulas, queda de flores, abortamento e queima de frutos, clorose das folhas, prejuízo na polinização e menor aproveitamento de nutrientes. As altas temperaturas nas regiões tropicais e equatoriais induzem uma série de distúrbios morfológicos e/ou fisiológicos em estruturas florais do tomateiro, resultando em menor produtividade devido a maiores taxas de abortamento e má formação de frutos. Uma expressiva queda de flores tem sido observada

quando as temperaturas atingem entre 27<sup>o</sup> C e 30<sup>o</sup> C durante o dia e 20<sup>o</sup> C durante a noite (SANTOS 2010). Ressalta-se que não foi observado abortamento de flores e nem de frutos, durante o experimento.

Segundo Melo (2007) a temperatura ótima para o crescimento vegetativo oscila entre 21 e 24°C com limites extremos mínimo e máximo de 18 e 32°C, respectivamente; temperaturas fora desses limites originam problemas no desenvolvimento da planta em geral e do sistema radicular em particular. Para maximizar o pegamento de fruto, a faixa ótima de temperatura diurna é de 19 a 24°C e a noturna de 14 a 17°C; temperaturas noturnas abaixo de 10°C e superiores a 20°C afetam a frutificação, devido o desenvolvimento de óvulos e a mobilidade dos grãos de pólen serem afetadas ocasionando aborto de botões florais. Sob temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C a fecundação é defeituosa ou nula. O processo de maturação do fruto é muito influenciado por esse fator no que se refere tanto à precocidade quanto à cor, de forma que valores próximos a 10°C assim como superiores a 30°C originam frutos de tonalidades amareladas ou manchadas. Sob tais temperaturas a síntese do licopeno, pigmento carotenóide responsável pela cor vermelha do tomate, é afetada.

**Tabela 4.** Temperatura no interior da casa de vegetação, Iranduba-AM, 2010

Período (semanas)	Diurno	Noturno	Diária	Máxima	Mínima
	----- Temperatura (° C) -----				
4a semana	29,0	27,7	28,4	30,6	26,0
5a semana	31,4	26,1	28,8	34,9	25,0
6a semana	32,6	23,9	28,3	35,7	23,1
7a semana	32,5	24,4	28,5	38,0	23,9
8a semana	28,9	28,5	28,7	32,9	25,6
9a semana	30,3	23,6	27,0	34,3	23,5
10a semana	32,8	24,4	28,6	39,6	23,2
11a semana	34,7	24,4	29,6	39,3	23,0
12a semana	33,6	23,9	28,8	38,7	22,8
13a semana	34,3	24,3	29,3	39,7	23,5
14a semana	32,9	24,7	28,8	38,6	23,0
15a semana	35,9	25,3	30,6	40,2	23,9
16a semana	35,8	24,4	30,1	39,7	24,0
Média (131dias)	29,9	25,4	28,8	37,0	23,8

## 5.2 Umidade relativa do ar

Estes resultados foram semelhantes aos observados por Shirahige (2009), que afirma que tais comprovações são esperadas, em razão, das temperaturas no interior da casa de vegetação.

A umidade relativa média diurna no período de condução do experimento foi de 80,6%, a umidade relativa média noturna de 98,1%, a umidade relativa média diária de 89,4%. A umidade relativa máxima de 99,1% e a mínima de 62,5% (Tabela 5). Gama (2010) em um experimento com tomateiro no mesmo local verificou que a umidade relativa do ar fora da casa de vegetação foi para a diurna de 59,0% e noturna de 88,6%.

A umidade relativa do ar é um fator preponderante no cultivo do tomateiro. Segundo Moraes (1997), a faixa de umidade relativa favorável situa-se em torno de 60 a 70 %, onde

ocorre um maior controle de doenças fúngicas, como requeima e septeriose. As flutuações de umidade, aliadas às variações bruscas na temperatura e desequilíbrios nutricionais associados (cálcio, por exemplo) podem favorecer o aparecimento de distúrbios fisiológicos como: a morte de meristema apical, podridão dos frutos, bifurcação do racimo, abortamento de flores, frutos rachados e defeituosos, branqueamento ou escurecimento dos frutos, maturação irregular dos frutos, lóculo abertos e rachadura do caule (CARVALHO et al., 2004). No experimento foi observado apenas podridão apical dos frutos, não havendo comprometimento da produção.

Conforme Melo (2007) A umidade relativa ótima oscila entre 60 a 80%. Umidade relativa muito elevada favorece o desenvolvimento de doenças na parte aérea e o aparecimento de desordens como, por exemplo, as rachaduras dos frutos e dificultam a fecundação devido o pólen ficar compactado, resultando no aborto de parte das flores. De outro lado, umidade relativa muito baixa dificulta a fixação do pólen ao estigma da flor reduzindo o índice de pegamento de fruto. As rachaduras de fruto igualmente podem ter sua origem em um excesso de umidade do solo ou irrigação abundante seguido de um período de estresse hídrico.

**Tabela 5.** Umidade relativa no interior da casa de vegetação. Iranduba-AM, 2010.

Período (semanas)	Diurno	Noturno	Diária	Máxima	Mínima
	----- Umidade relativa (%) -----				
4a semana	85,9	85,5	85,7	95,1	78,7
5a semana	83,0	91,9	87,5	94,3	71,5
6a semana	80,4	99,9	90,2	99,9	61,5
7a semana	79,8	99,9	89,9	99,9	56,9
8a semana	89,2	99,9	94,6	99,9	79,4
9a semana	89,1	99,9	94,5	99,9	77,0
10a semana	77,5	99,9	88,7	99,9	55,1
11a semana	75,7	99,9	87,8	99,9	55,2
12a semana	75,6	99,9	87,8	99,9	55,8
13a semana	78,5	99,9	89,2	99,9	52,1
14a semana	87,3	99,9	93,6	99,9	65,3
15a semana	73,1	99,9	86,5	99,9	52,8
16a semana	73,4	99,9	86,7	99,9	51,8
Médias (131 dias)	80,6	98,1	89,4	99,1	62,5

### 5.3 Características físicas e químicas dos substratos

#### 5.3.1 Propriedades físicas dos substratos e curva de retenção de umidade no início e final do experimento.

Na Tabela 6 e Tabela 7 estão expostos os dados de densidade (DS), porosidade total (PT), macroporosidade (MAC) e microporosidade (MIC) do material coletado no início e final do experimento, onde foi observado que não houve diferença significativa entre as características físicas do substrato antes do transplante das mudas. No entanto, verificou-se que o S4 e S2 apresentaram valores superiores ( $1180,0 \text{ kg m}^{-3}$ ) e ( $1130,0 \text{ kg m}^{-3}$ ) em relação ao S3 ( $1000,0 \text{ kg m}^{-3}$ ) e S1 ( $1111,0 \text{ kg m}^{-3}$ ) como também na MAC S2 (28,07%) e S4 (26,85%) e valores

inferiores para S1 (21,61%) e S3 (26,37%) com relação ao PT e MIC os valores foram superiores para o S3 (61,27%) e S1(57,32%) e inferiores para S4 (54,71%) e S1 (57,32%), embora nenhuma das variáveis tenha apresentado diferença estatística. Para os valores do final do experimento, só não houve diferença significativa para macroporosidade. Apesar disso, comparando-se os valores entre os dois momentos de coleta das amostras, verifica-se que a Densidade foi maior no início do experimento, enquanto a porosidade total foi menor. A macroporosidade foi maior ao final do experimento e a microporosidade foi quem apresentou menor variação. Os substratos S1 e S3 foram os que apresentaram maiores diferenças entre as análises temporais realizadas. Gama (2010) verificou que esses mesmos substratos utilizados pela primeira vez apresentaram diferença estatística para densidade, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível e água de reserva (Tabela 6). Trabalhos realizados por De Boodt & Verdonck (1972), consideram o valor ideal para porosidade total em 85%, sendo que nesta pesquisa a PT foram considerados inferiores ao indicado pelos autores.

Vale mencionar que entre um experimento e outro a casa de vegetação ficou exposta sem cobertura havendo a ocorrência de chuva durante o período chuvoso.

**Tabela 6.** Densidade do substrato (DS), porosidade total (PT), macroporosidade (MAC) e microporosidade (MIC). Amostras de substratos coletadas no início do experimento, Iranduba-AM, 2010.

Substratos*	DS	PT	MAC	MIC
	kg m <sup>-3</sup>	----- % -----		
S1	1110,0a	57,32a	21,61a	35,71a
S2	1130,0a	56,62a	28,07a	28,56a
S3	1000,0a	61,27a	26,37a	34,90a
S4	1180,0a	54,71a	26,85a	27,86a
CV (%)	8,95	6,62	21,89	19,22

\*S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

**Tabela 7.** Densidade (DS), porosidade total (PT) macroporosidade (MAC) e microporosidade (MIC). Amostras coletadas no final do experimento, Iranduiba-AM, 2010.

Substratos	DS	PT	MAC	MIC
	Kg m <sup>-3</sup>	----- % -----		
S1	880,0b	66,21a	27,09a	39,13a
S2	1090,0a	58,16b	29,57a	28,59bc
S3	910,0b	64,92a	30,66a	34,25ab
S4	1130,0a	56,39b	30,90a	25,49c
CV (%)	4,76	2,99	16,50	13,05

S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

Nas Tabela 8 e Tabela 9 verifica-se que PT apresentou diferença estatística apenas para o início do cultivo, sendo o S3 com o maior valor para essa variável. Para o final do experimento o valor decresceu para 29,16. Embora não tenha havido diferença estatística para a variável EA, ainda assim o S3 apresentou maior variação no início e final do experimento. Já as outras duas variáveis não apresentaram grandes variações.

**Tabela 8.** Curva de retenção de umidade (EPT), espaço poroso total (EA), espaço de aeração (AFD), água facilmente disponível (AD), água disponível (AD). Amostras coletadas no início do experimento, Iranduiba-AM, 2010.

Substratos	PT	EA	AFD	AD
	0 KPa	1 KPa	3 KPa	6 KPa
	----- % -----			
S1	28,26a	27,18a	23,89a	19,93a
S2	27,58a	26,97a	20,27a	18,73a
S3	33,09a	27,47a	23,04a	18,73a
S4	24,85a	23,83a	19,36a	16,21a
CV (%)	27,26	11,00	13,79	18,31

S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo.

**Tabela 9.** Curva de retenção de umidade (EPT), Espaço poroso total (EA), espaço de aeração (AFD), água facilmente disponível (AD), água disponível. Amostras coletadas no final do experimento, Iranduba-AM, 2010.

Substratos	EPT	EA	AFD	AD
	0 KPa	1 KPa	3 KPa	6 KPa
	----- % -----			
S1	31,59a	28,26a	22,83a	20,01a
S2	26,42c	27,58a	119,63ab	16,03ab
S3	29,16b	33,09a	221,07ab	17,79ab
S4	23,87d	24,85a	17,51b	14,05b
CV (%)	3,92	27,26	9,92	13,74

S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo.

### 5.3.2 Propriedades químicas

Nas Tabela 10 e Tabela 11 estão apresentados os valores para as variáveis CE, pH, C, MO, P, K, Na, Ca, Mg, AL, H+Al, SB, t, T, V, m e micronutrientes.

Foi observado uma variação no final do cultivo (Tabela 17) com a condutividade elétrica (CE) nos substratos (S1 e S3) os quais apresentaram valores semelhantes de  $0,24 \text{ mS cm}^{-1}$ , enquanto os valores de (S2 e S4) ficaram em  $0,18 \text{ mS cm}^{-1}$  e  $0,12 \text{ mS cm}^{-1}$  do início do segundo cultivo, decrescendo ao final o (S1 e S2)  $0,02 \text{ mS cm}^{-1}$  e  $0,03 \text{ mS cm}^{-1}$ , (S3 e S4)  $0,02 \text{ mS cm}^{-1}$  e  $0,07 \text{ mS cm}^{-1}$ . Para o potássio ( $\text{K}^+$ ) houve um aumento nos substratos (S2 e S4) de  $35 \text{ g kg}^{-1}$  e  $20 \text{ g kg}^{-1}$ , como também para o magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) no (S1 e S4)  $0,15 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $0,05 \text{ mg dm}^{-3}$ , a (H + Al) (S3)  $0,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , o índice de saturação por alumínio (m) nos substratos (S3 e S4)  $6,35\%$  e  $0,07\%$ , para o ferro (Fe) todos os substratos (S1, S2, S3, e S4)  $197 \text{ mg.dm}^{-3}$ ,  $151 \text{ mg.dm}^{-3}$ ,  $201 \text{ mg.dm}^{-3}$ ,  $340 \text{ mg.dm}^{-3}$ , e o cobre (Cu) nos substratos (S1, S2 e S4)  $1,2 \text{ mg.dm}^{-3}$ ,  $0,33 \text{ mg.dm}^{-3}$  e  $0,03 \text{ mg.dm}^{-3}$ .

Foi observado que a maioria das variáveis químicas decresceram ao final do experimento (Tabela 11) com exceção dos substratos (S1, S2, e S4) com aumento do pH, assim como também o potássio ( $K^+$ ) nos substratos (S2 e S4), o  $Mg^{+2}$  nos substratos (S1 e S4), a (H + A)l no (S3), (m) nos substratos (S3 e S4), o Cu nos substratos (S1, S2 e S4) o Fe nos substratos (S1, S2, S3 e S4) onde houve um aumento ao final do experimento. Carrijo et al. (2004) verificaram também que o Fe aumentou durante a condução de tomateiro em substratos, recomendando ajustes para a solução.

**Tabela 10.** Características químicas dos substratos utilizados na produção de tomateiros, Iranduba

Substratos*	Características químicas											
	CE	pH	C	M.O	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB
	mS cm <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O				--- g kg <sup>-1</sup> ---		----- mg dm <sup>-3</sup> -----		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
S1	0,24	5,27	30,04	51,68	120	182	25	3,55	1,44	0,03	5,54	5,56
S2	0,18	5,59	31,64	54,42	117	85	21	4,27	1,71	0,00	4,26	6,29
S3	0,24	5,68	24,02	41,31	118	138	50	3,34	1,24	0,00	3,55	5,15
S4	0,12	5,00	20,47	35,21	77	68	11	2,63	0,98	0,12	5,86	3,95

\*S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo. <sup>1</sup> Ca bases

**Tabela 11.** Características químicas dos substratos utilizados na produção de tomateiros, Iranduba

Substratos*	Características químicas												
	CE	pH	C	M.O	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t
	mS cm <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O				--- g kg <sup>-1</sup> ---		----- mg dm <sup>-3</sup> -----		----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
S1	0,02	5,84	27,21	46,80	88	135	3	2,81	1,59	0,00	4,97	4,76	4,1
S2	0,03	5,65	23,36	40,18	112	120	3	3,07	1,40	0,00	4,75	4,79	4,1
S3	0,02	5,35	19,21	33,04	76	113	12	1,81	0,80	0,20	4,29	2,95	3,1
S4	0,07	5,33	19,87	34,18	59	88	2	1,85	1,03	0,10	5,58	3,11	3,2

\*S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo. <sup>1</sup> Ca bases

### 5.3.3 Teor de macro e micronutrientes nas folhas de tomateiro

A Tabela 18 apresenta os teores de nutrientes nas folhas dos tomateiros para os fatores cultivares e substratos. Para discussão dos resultados aqui obtidos foram feitas comparações com os dados obtidos por Malavolta et al. (1997), referentes aos teores foliares de nutrientes considerados adequados para o cultivo do tomateiro.

Para os teores de N não houve diferenças significativas entres os cultivares avaliados, sendo esses teores presentes em níveis abaixo do recomendado somente para o Débora Plus, para a cultura do tomateiro que é de aproximadamente 30 g kg<sup>-1</sup> segundo Malavolta et al. (1997).

Para o teor de P foi verificado maior média no cultivar Duradouro (5,49 g kg<sup>-1</sup>), seguido dos cultivares Fascínio (5,04 g kg<sup>-1</sup>), Olympo (4,77 g kg<sup>-1</sup>) e Setcopa (4,64 g kg<sup>-1</sup>).

Os demais macro e micronutrientes (K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn), não apresentaram diferenças significativas entre os cultivares avaliados.

**Tabela 12.** Teores de macro e micronutrientes nas folhas de tomateiros em função dos cultivares. Iranduba – AM, 2010.

Cultivares	Nutrientes								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
Setcopa	31,46a	4,64ab	26,34a	10,21a	3,24a	6,65a	385,96a	37,33a	23,72a
Olympo	31,53a	4,77ab	28,43a	10,13a	3,10a	7,41a	316,00a	29,89a	21,34a
Fascínio	30,63a	5,04a	38,51a	10,66a	3,81a	7,61a	454,58a	45,78a	25,02a
Duradouro	32,02a	5,49a	25,89a	9,45a	3,25a	8,32a	416,99a	29,44a	24,53a
Débora Plus	28,39a	4,00b	25,45a	9,04a	3,85a	7,38a	329,32a	42,46a	26,15a
CV(%)	34,99	19,48	45,72	69,43	41,69	24,06	35,45	92,69	59,06

A Tabela 13 apresenta os teores de N nas folhas de tomateiro em função do cultivo em diferentes substratos. Observa-se que não houve diferença estatística entre os substratos.

Para o teor de P, foi verificado maior média no substrato S3 (5,49 g kg<sup>-1</sup>), seguido dos substratos S2 (5,04 g kg<sup>-1</sup>), S4 (4,41 g kg<sup>-1</sup>) e S1(4,39 g kg<sup>-1</sup>). Esse teor encontrado em S3 foi significativo em relação a S1 e S4. Os demais macros e micronutrientes, com exceção do Cu, que apresentou diferença significativa entre os substratos, não apresentou diferenças significativas.

**Tabela 13.** Teores de macro e micronutrientes nas folhas de tomateiros em função dos substratos. Iranduba – AM, 2010.

Substratos	Nutrientes								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- g kg <sup>-1</sup> -----					----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
S1	28,49a	4,39b	32,86a	11,74a	3,79a	7,23ab	374,99a	37,16a	21,92a
S2	32,51a	5,04ab	24,94a	8,55a	3,48a	8,03a	349,36a	34,68a	26,03a
S3	33,7a	5,49a	33,07a	9,06a	3,14a	8,64a	425,15a	35,65a	28,46a
S4	29,34a	4,41b	26,22a	10,01a	3,31a	6,30b	384,32a	40,40a	21,47a
CV (%)	34,99	19,48	45,72	69,43	41,69	24,06	35,45	92,69	59,06

S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo.

## 5.4 Variáveis relacionadas aos cultivares de tomateiros

### 5.4.1 Altura das plantas

A altura das plantas aos 36 DAT não demonstraram diferenças estatísticas para os cultivares e também para os substratos utilizados no experimento. No entanto, o cultivar Duradouro, no geral, apresentou maiores valores, sendo o maior valor obtido quando este foi cultivado no S2 (28,85 cm planta<sup>-1</sup>) (Tabela 14). Ao final do experimento (120 DAT) houve

destaque para os cultivares Débora Plus no S1 e S2, Setcopa no S3 e S4. Observou-se que a maior altura foi observada também para esse material, com um valor de 197,50 cm, no S3. Isto pode ser devido a que os cultivares atingiram a sua altura máxima, porém nenhum substrato teve efeito para destacar um cultivar neste período (Tabela 15).

**Tabela 14.** Altura dos cultivares de tomateiros aos 36 dias após transplante em função dos substratos. Iranduba-AM, 2010.

Cultivares **	Substratos *			
	S1	S2	S3	S4
----- cm planta <sup>-1</sup> -----				
Débora Plus	24,36a	26,91a	24,91a	24,22a
Duradouro	23,28a	28,85a	24,03a	26,31a
Fascínio	23,59a	24,53a	23,85a	24,57a
Olympo	21,88a	26,50a	22,62a	24,94a
Setcopa	22,91a	26,19a	25,72a	26,16a
CV (%)	15,71	11,44	17,57	11,94

\* S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

\*\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, P<0,05.

**Tabela 15.** Altura dos cultivares aos 120 dias após transplante em função dos substratos, Iranduba-AM, 2010.

Cultivares **	Substratos *			
	S1	S2	S3	S4
----- cm planta <sup>-1</sup> -----				
Débora Plus	183,56a	189,00a	196,87a	173,94a
Duradouro	169,00a	90,19a	180,50a	170,94a
Fascínio	132,92a	106,44a	154,12a	129,17b
Olympo	154,58a	128,62a	152,41a	163,29a
Setcopa	180,62a	99,37a	197,50a	185,92a
CV (%)	12,36	8,03	13,25	7,61

\* S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

\*\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, P<0,05

#### 5.4.2 Diâmetro das hastes

Sabe-se que em tomateiros com caules com maior diâmetro são indicativos de maior vigor, porém nem sempre isso é uma vantagem, pois se corre o risco de ter plantas com crescimento vegetativo vigoroso em detrimento da produção de frutos (Costa, 2003).

Quando avaliados os substratos (Tabela 16) observa-se que aos 36 DAT os mesmos não apresentaram diferenças significativas pelo teste Tukey (5% de probabilidade), já a partir de 50 DAT até o final do experimento os substratos apresentaram diferenças estatísticas, encontrando as maiores médias naquele que continha esterco de gado, isto indica que este substrato influenciou no incremento do diâmetro das hastes dos cultivares.

**Tabela 16.** Diâmetro das hastes dos cultivares de tomateiro nos substratos aos 36, 50, 64, 78, 92, 106 e 120 dias após transplante (DAT)\*. Iranduba – AM, 2010.

Substratos *	Dias após o transplante**						
	36	50	64	78	92	106	120
	----- mm planta <sup>-1</sup> -----						
S1	4.39a	7.05b	9.21b	9.76bc	10.42b	11,23b	10.57a
S2	4.99a	9.50a	11,07a	10,88a	12,35a	13,23a	11.63a
S3	4.57a	7.99b	10.84a	10.73ab	11,17ab	12,11ab	11,24a
S4	4.55a	8.00b	9.71b	9.54c	10.87b	11,23b	10.85a
CV (%)	18,45	19,97	12,03	12,30	12,84	11,02	11,54

\* S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

\*\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade)

Quando avaliados os cultivares durante todo o ciclo de produção (

Tabela 17), observa-se que os diâmetros não diferiram entre os cultivares, sendo que aos 121 DAT os cultivares murcharam e os diâmetros reduziram.

**Tabela 17.** Diâmetro das hastes dos tomateiros aos 36, 50, 64, 78, 92, 106 e 120 DAT\*., Iranduba, AM, 2010.

Cultivares	Dias após o transplante*.						
	36	50	64	78	92	106	120
	----- mm planta <sup>-1</sup> -----						
Débora Plus	4,50a	8,07a	10,40a	10,21a	10,68a	11,63a	11,15ab
Duradouro	4,69a	8,10a	9,97a	9,94a	11,58a	12,35a	10,82ab
Fascínio	4,67a	8,10a	10,01a	10,54a	11,60a	11,65a	11,41ab
Olympo	4,83a	8,20a	9,90a	9,85a	10,44a	11,31a	10,30b
Setcopa	4,43a	8,23a	10,55a	10,39a	11,71a	12,56a	11,85a
CV (%)	18,45	19,97	12,03	12,30	12,84	11,02	11,54

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade)

### 5.5 Variáveis relacionadas à produção

A Tabela 18 apresenta avaliação das características peso do fruto total (PFT), peso do fruto comercial (PFC), peso médio do fruto comercial (PMFC) e peso do fruto não comercial (PFNC). As variáveis PTF e PFC não apresentaram diferença significativa (Tukey 5% de probabilidade). Porém quando avaliado o PMFC, os frutos apresentaram diferenças pelo teste Tukey (5% de probabilidade) sendo o cultivar Olympo que apresentou os maiores pesos (0,510 Kg) e o SetCopa apresentou os menores pesos (0,290 Kg) demonstrando que entre as cultivares existe diferenças quanto ao peso de frutos.

**Tabela 18.** Características relacionadas à produção de frutos dos cultivares, PFT: Peso Fruto Total; PFC: Peso Fruto Comercial; PMFC: Peso Médio Fruto comercial; PFNC: Peso do Fruto Não Comercial, em função dos cultivares.

Cultivares	Características avaliadas			
	PFT	PFC	PMFC	PFNC
	-----Kg planta <sup>-1</sup> -----		----- Kg planta <sup>-1</sup> -----	
Débora Plus	5,10a	3,38a	0,29c	1,74ab
Duradouro	6,66a	5,55a	0,45ab	1,19bc
Fascínio	6,91a	5,03a	0,35bc	2,18a
Olympo	6,28a	5,27a	0,51a	1,06bc
Setcopa	4,67a	4,15a	0,25bc	0,61c
CV (%)	56,18	60,40	28,16	63,21

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade)

Quando avaliados os substratos (Tabela 19), as variáveis referentes à produção não apresentam diferenças pelo teste Tukey (5% de probabilidade), mostrando que os substratos não influenciaram nestas variáveis.

**Tabela 19.** Características relacionadas à produção de frutos aos substratos, PFT: Peso Fruto Total; PFC: Peso Fruto Comercial; PMFC: Peso Médio Fruto comercial; PFNC: Peso do Fruto Não Comercial, em função dos substratos.

Substratos	Características avaliadas			
	PFT	PFC	PMFC	PFNC
	-----Kg planta <sup>-1</sup> -----		-----Kg fruto <sup>-1</sup> -----	
S1	5,17a	4,22 a	0,37a	1,07a
S2	6,69a	5,17 a	0,42a	1,61a
S3	6,61a	5,24 a	0,41a	1,49a
S4	5,38a	4,23 a	0,36a	1,19 a
CV (%)	56,18	60,40	28,16	63,21

\* S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

\*\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade)

Na Tabela 20 observa-se a avaliação das características número de frutos (NFT), número de cachos por planta (NCP) e número de frutos comerciais (NFC). Nessa tabela observa-se que na variável NFT os cultivares de tomateiros apresentaram diferenças (Tukey5% de probabilidade) tendo o Fascínio como o cultivar que produziu o maior número de frutos, já o Olympo foi que apresentou o menor número de frutos produzidos.

Na mesma tabela o NCP também têm o Fascínio como a cultivar que teve maior produção de cachos diferindo estatisticamente (Tukey 5% de probabilidade) dos outros cultivares, não havendo diferença entre os outros três. O cultivar Setcopa foi quem apresentou o menor número de cachos produzidos. Ainda nesta tabela verifica-se que o maior número de frutos comerciais foi verificado para o cultivar Débora Plus, seguido do Setcopa, depois em ordem decrescente vem Duradouro, Fascínio e Olympo.

**Tabela 20.** Características relacionadas à produção de frutos dos cultivares - NFT: Número de frutos; NCP: Número de Cachos por Planta; NFC: Número de frutos comerciais, em função dos cultivares. Iranduba, AM, 2010.

Cultivares *	Características avaliadas		
	NFT	NCP	NFC
	Unidade		
Débora Plus	95,93ab	7,67b	12,35a
Duradouro	67,00abc	7,44b	8,91ab
Fascínio	99,78a	12,82a	7,76b
Olympo	50,73c	7,02b	7,23b
Setcopa	59,26	6,62b	8,97ab
CV (%)	50,47	12,79	43,18

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade)

Essas mesmas características quando avaliadas dentro do fator substratos, observa-se que NFT não apresentou diferença estatística pelo teste Tukey (5% de probabilidade), já a

característica NCP foi significativa, tendo o substrato contendo esterco de gado com maior número de cachos por planta e maior número de frutos comerciais (Tabela 21).

**Tabela 21.** Características relacionadas à produção de frutos dos cultivares, NTF: Número de frutos; NCP: Número de Cachos por Planta; NFC: Número de frutos comerciais, em função dos substratos, Iranduba, AM, 2010.

Substratos*	Características avaliadas		
	NFT	NCP	NFC
	----- Unidade -----		
S1	65,65a	8,36ab	7,91a
S2	85,90a	8,79a	10,13a
S3	77,07 a	7,59b	9,56a
S4	69,05a	8,07ab	8,81a
CV (%)	50,47	12,79	43,18

\* S1: solo + fibra de coco; S2: solo + esterco de gado; S3: solo + carvão moído; S4: solo

\*\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

## 5.6 Variáveis relacionadas a características dos frutos

### 5.6.1 Diâmetro dos frutos (DF)

A Tabela 28 apresenta a avaliação do diâmetro do fruto onde observa-se que os cultivares Duradouro e Olympo foram os que apresentaram os maiores frutos, já o Fascínio foi que apresentou os menores diâmetros, no entanto o Fascínio foi o que apresentou maior número de frutos por planta e o Olympo o menor número de frutos (Tabela 22) o que demonstra a variabilidade dos cultivares quando avaliado o fruto.

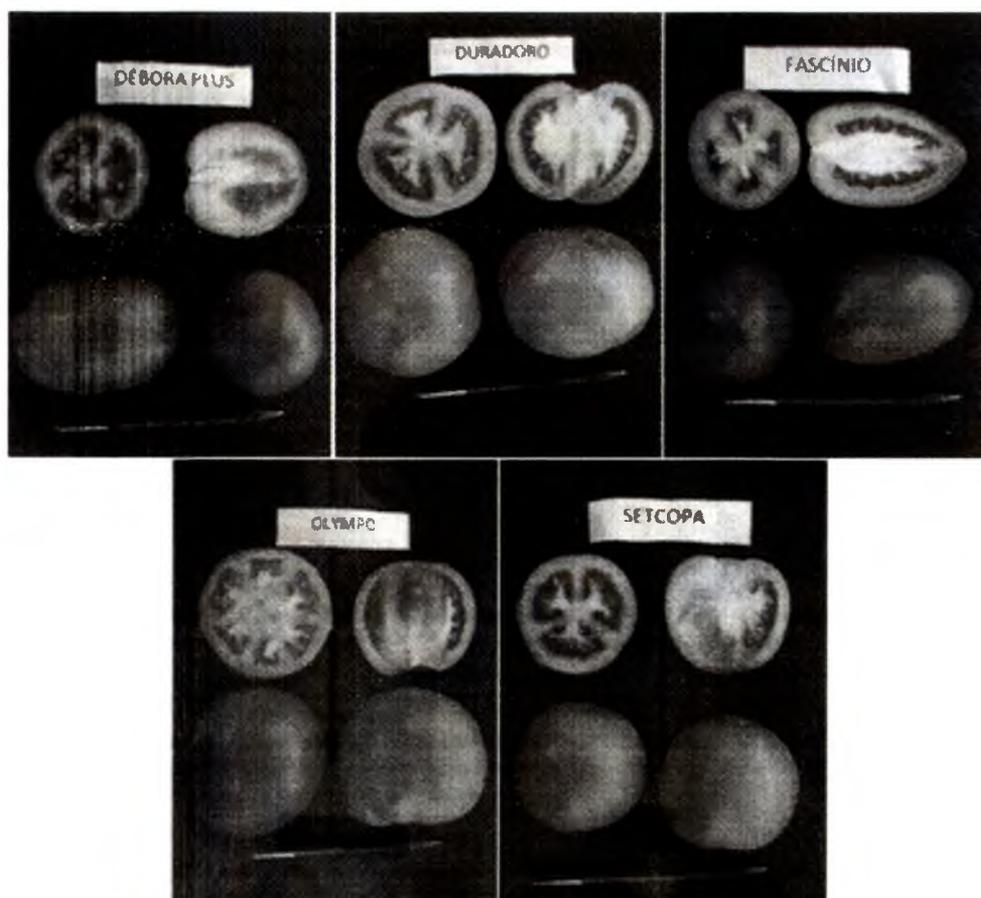
**Tabela 22.** Diâmetro dos frutos e número de lócus de frutos de cinco cultivares de tomateiro, Iranduba, AM, 2010.

<b>Cultivares</b>	<b>Diâmetro do fruto (mm)</b>	<b>Numero de lócus</b>
Débora Plus	51,28bc	2,05e
Duradouro	65,81a	3,58c
Fascínio	46,85c	2,95d
Olympo	65,71a	5,14a
Setcopa	57,21ab	4,50b
CV (%)	8,26	14,79

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

### **5.6.2 Número de lóculos por fruto (NLF)**

Na Figura 3 observam-se os diferentes tipos de lócus que apresentaram os frutos de tomateiros. Os lóculos foram contados nas categorias de bi, tri, tetra e plurilocular.



**Figura 3.** Tipos de lócus presentes nos diferentes cultivares de tomateiro, Iranduba, AM, 2010.

Estatisticamente os lócus apresentaram diferenças pelo teste Tukey 5% de probabilidade em todos os cultivares sendo que o cultivar Olympo foi quem apresentou o maior numero de lócus e a Débora Plus com menos numero de lócus, evidenciando diferenças entre as cultivares.

## 7 -REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2008. FNP. Consultoria e comércio. **Anuário da agricultura brasileira.**
- ABAK, K.; CELIKEL, G. **Comparison of some Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture.** Acta Horticultura, n. 366, p. 423-429, 1994.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. **Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação.** Horticultura brasileira. Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas.** Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.
- COSTA, P. C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos.** (2003). 119 f. Tese do Doutorado. Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP. 2003.
- CARRIJO, O. A. SOUZA, R. B. MAROUELLI, W. A. REIS, N. V. B. **Plantio sucessivo de tomateiro em substratos sob cultivo protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21 n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD.

- CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. **Cultivo do tomateiro em casa de vegetação. In. Tomate para mesa.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 98-107, 2003.
- CARRIJO, O. A. VIDAL, M. C. VIEIRA, C. M. LIZ, R. S. SOUZA, R. B. de. **Desenvolvimento inicial de tomateiro cultivado em diferentes níveis enriquecimento de substratos em ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21 n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD.
- CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. **Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casa de vegetação.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 1, jan/mar. 2004.
- CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. **Nutrição mineral e adubação. In. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidropônia**/editor: ALVARENGA, M. A. R – Lavras: Editora UFLA, 2004. cap. 5, p. 61-120.
- CARDOSO, B. C. **Produtividade e qualidade de tomate com um e dois cachos em função da densidade de plantio, em hidropônia.** Viçosa - Minas Gerais, 2007, 49 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. **The physical properties of the substrates in horticulture.** Acta Horticulturae, Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária. Fábio César da Silva (org.). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

- FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. **Impacto de quatro substrato e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido.** Brasília: Horticultura Brasileira, v. 20, nº 4, dez. 2002.
- FERNADES, et al; **Alterações nas propriedade físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização.** Hortic. Brás.; v. 24, n. 1, jan-mar. 2006.
- FERNANDES, C; CORÁ J. E; BRAZ L. T. **Desempenho de substratos no cultivo de tomateiro do grupo cereja.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 24 n. 1, p. 42 – 46. 2006.
- FERNANDES, C. **Produção de tomate em diferentes substratos com parcelamento da fertirrigação sob ambiente protegido.** Jaboticabal - SP, 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal - UNESP.
- FERNANDES; A. A; MARTINEZ, H. E. P; SILVA, D. J. H. BARBOSA, J. G; PEDROSA, A. W. **Cultivo sucessivo de plantas de tomate oriundas de sementes e propagação vegetativa em sistema hidropônico.** Pesq. Agropec. bras. Brasília, v. 42, n. 7, p. 1013-1019, jul. 2007
- FILGUEIRA; F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3<sup>a</sup> Ed. rev. e ampli. – Viçosa, MG. Ed UFV, 2008. 421p.
- FIORI, M. P. **Comportamento de cultivares de tomateiro quanto à utilização de escória siderúrgicas em ambiente protegido.** Marília – SP. 2006. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade de Marília.

FONTES, P. C. R.; LOURES, J. L.; GALVAO, J. C.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E.

**C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.3, p. 614-619, jul-set s 2004.

GAMA, A. S. **Desempenho e viabilidade econômica de cultivares de tomateiro em diferentes substratos sob ambiente protegido, no município de Iranduba-AM.** Manaus, 2010. 103p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas.

GOULD, W. A. **Tomato production, processing & technology.** 3<sup>a</sup>. ed. CTI publications. 1992. 500p.

JUNIOR, A. L. P. **Determinação da disponibilidade de cobre em substratos.** Campinas - São Paulo, 2006, 63 p. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo.

KAMPF, A. N. **Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS. Anais. Viçosa: ed. UFV, 2004, p.106-128.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2<sup>a</sup>.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARTÍNEZ, P. F. **Manejo de substratos para horticultura** In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas.** Campinas: IAC, 2002. 53-76 p. (Documentos IAC, 70).

MEDEIROS, M. A. BÔAS, G. L. V. CARRIJO, O. A. MAKISHIMA, N. VIELA, N. J. **Manejo integrado da traça-do-tomateiro em ambiente protegido.** Brasília: Embrapa

Hortaliças, 2005. 10p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 36).

MELLO, R. P. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos.** Santa Maria-RS, 2006. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais – Engenharia de Água e Solo.

MELO; P. C. **Produção de sementes de tomate.** USP/ESALQ – Departamento de Produção vegetal. Versão 2007.

MONTEIRO, M. T. M. **Desenvolvimento de mudas de Pimentão, cultivado em substrato com pó de coco e inoculado com fungos micorrízicos arbusculares.** Universidade Federal do Ceará – Fortaleza-CE, 2007. 63 p. Dissertação (Mestrado) Solos e Nutrição de Plantas.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. . Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>, 2010

RODRIGUES, T. E. **Solos da Amazônia. In. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**/Editado por ALVAREZV. H.; FONTES, L. E. F, FONTES, M. P. F. Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, 1996. P. 19-60.

SANTOS, P. H. dos. **Método de extração de micronutrientes em substratos para as plantas.** Campinas - SP, 2005, 90 p. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico de Campinas. Gestão de Recursos Agroambientais.